

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月20日
Date of Application:

出願番号 特願2002-370789
Application Number:

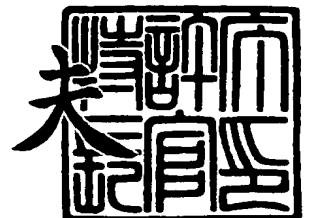
[ST. 10/C]: [JP 2002-370789]

出願人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3061792



【書類名】 特許願

【整理番号】 02EA031

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 白石 雅敏

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104215

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 純一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 069085

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809566

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理方法及び基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 基板にレジストを塗布しレジスト膜を形成する工程と、
(b) 前記レジストが塗布された基板の現像処理の前に、前記レジスト膜の厚さ方向で、前記現像処理に用いられる現像液に対するレジストの溶解特性の分布を制御する工程と

を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の基板処理方法であって、
前記工程 (a) は、前記現像処理に用いられる現像液に対して親和性を有する材料が添加されたレジストを基板に塗布する工程を具備し、

前記工程 (b) は、基板に塗布された前記レジストに所定の処理を施すことにより、前記レジスト膜の厚さ方向で前記材料を偏在化させる工程を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の基板処理方法であって、
前記工程 (b) で前記レジストに施す処理は熱的な処理または減圧処理を含むことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の基板処理方法であって、
前記工程 (b) は、基板に塗布された前記レジストに前記現像処理に用いられる現像液を供給することにより、前記レジスト膜の表面側に難溶化層を形成する工程を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 5】 (a) 基板にレジストを塗布しレジスト膜を形成する工程と、
(b) 基板に塗布されたレジストの水分含有量を前記レジスト膜の厚さ方向で制御する工程と

を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の基板処理方法において、
前記工程 (b) の前に、前記工程 (a) で塗布されたレジスト膜を乾燥させる工程を更に具備し、

前記工程 (b) は、乾燥させた前記レジスト膜の表面に水分を供給することで



前記水分含有量を制御する工程を具備することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 7】 レジストを塗布しレジスト膜を形成するレジスト膜形成手段と

、
前記レジストが塗布された基板の現像処理の前に、前記レジスト膜の厚さ方向で、前記現像処理に用いられる現像液に対するレジストの溶解特性の分布を制御する制御手段と

を具備することを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば液晶表示デバイス等に使用されるガラス基板や半導体基板を処理する基板処理方法及び基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

LCD (Liquid Crystal Display) の製造工程において、LCD用のガラス基板上にITO (Indium Tin Oxide) の薄膜や電極パターンを形成するために、半導体デバイスの製造に用いられるものと同様のフォトリソグラフィ技術が利用される。フォトリソグラフィ技術では、フォトレジストをガラス基板に塗布し、これを露光し、さらに現像する。

【0003】

上記露光する手法として、いわゆるハーフ露光がある。通常の露光の場合には、露光しない部分はマスクで覆われ遮光される。これに対しハーフ露光では、使用される1枚のマスクにおいて光の透過率に差を設けたハーフトーンマスク等を用い、例えば通常の場合よりも露光量の少ない部分、つまり露光されるレジストの深さが部分的に浅い箇所を意図的に形成させることが可能となる。これにより、マスクで覆われない部分（完全に露光される部分）、ハーフトーンで覆われる部分（露光が浅い部分）及びマスクで覆われる部分（露光されない部分）という具合に露光の深さに差をつけることができ、1枚のマスクで異なるレジスト膜厚を形成することが可能となる。したがってハーフ露光では使用するマスクの枚数



を減らすことができ、マスク交換工程の分だけ処理時間を短縮することができる（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開平09-080740号公報（段落[0002]、[0003]等）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

通常、ハーフトーンマスクには同一形状・同一面積の半遮光部分が複数設けられており、ハーフ露光される深さ・幅が同一になることが望まれる。

【0006】

しかしながら、ハーフ露光された場合にそれぞれの部分によってハーフ露光される深さや幅が異なってしまう、現像後のレジストの残膜が不均一になるという問題がある。すなわち、現像後のレジストパターンのアスペクト比やピッチが不均一になってしまうという問題がある。実際、所望の値に対して10%以上のばらつきが見られる。このため、例えばエッチング後に形成される複数の電極間の距離が不均一になり、スイッチング時間が場所によって異なるようになり、例えば液晶による画像の表示時において色ムラなどの原因となる。

【0007】

以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させ、形成される電極間の距離を均一にすることができる基板処理方法及び基板処理装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る基板処理方法は、（a）基板にレジストを塗布しレジスト膜を形成する工程と、（b）前記レジストが塗布された基板の現像処理の前に、前記レジスト膜の厚さ方向で、前記現像処理に用いられる現像液に対するレジストの溶解特性の分布を制御する工程とを具備する。

【0009】

本発明では、レジスト膜の厚さ（深さ）方向で現像液に対するレジストの溶解



特性に分布をつけることで、レジスト膜厚方向に現像液に溶解しやすい層と溶解しにくい層のコントラストを形成することができる。すなわち現像が促進される層と抑制される層とを形成することができる。これにより、膜厚方向で現像の反応速度に差を生じさせることができる。例えばレジスト膜の表面側に現像液が促進される層を形成すればその表面側のみを現像することができる。これにより、ハーフ露光された部分によってそれぞれ露光の深さや幅が異なっても、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができ、後に形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0010】

ここで、レジスト膜中の、現像液で溶解させやすい層を形成する領域は、例えばレジストの表面からハーフ露光を行う所期の深さ（本来ハーフ露光により望まれる深さ）とほぼ等しい深さまでの領域とすればよい。

【0011】

本発明の一の形態では、前記工程（a）は、前記現像処理に用いられる現像液に対して親和性を有する材料が添加されたレジストを基板に塗布する工程を具備し、前記工程（b）は、基板に塗布された前記レジストに所定の処理を施すことにより、前記レジスト膜の厚さ方向で前記材料を偏在化させる工程を具備する。本発明では、レジスト膜中に、親和性の材料をレジスト膜の表面側に偏在化させることにより、その表面側の領域で現像液で溶解させやすい層を形成することができる。所定の処理とは例えば熱的な処理、減圧処理等が挙げられ、これらのうちいずれか一方、あるいは両者を行うようにしてもよい。

【0012】

本発明の一の形態では、前記工程（b）は、基板に塗布された前記レジストに前記現像処理に用いられる現像液を供給することにより、前記レジスト膜の表面側に難溶化層を形成する工程を具備する。

【0013】

レジストに露光光を照射すると、化学反応により現像液に溶解しやすい物質に変化する。例えば現像時間が一定であるという条件の下では、露光のエネルギーと現像後のレジストの厚さとの間に相関関係が認められる。すなわち、露光のエ



エネルギーが一定の大きさ以下で露光光を照射してもレジストは反応しないが、ある大きさのエネルギーを超えると急激に反応性が増大し、わずかな露光エネルギーの増加によりレジストの厚さが大きく減少する。ハーフ露光は、この急激な反応の半ばで露光を終了させるものであるため、わずかな時間・露光強度のずれにより現像後のレジストの厚さが大きく変わってしまう。

【0014】

本発明は、例えば露光前に、現像液を供給して難溶化層を形成することで、その難溶化層を形成した領域のレジストの露光反応性を緩やかにするものである。これにより、わずかな時間・露光強度のずれがあっても現像後のレジストの厚さが大きく変化することなく、露光される深さの制御を容易に行うことができ、結果的に現像後において、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができる。これにより電極間の距離を均一にすることができる。

【0015】

本発明に係る基板処理方法は、(a) 基板にレジストを塗布しレジスト膜を形成する工程と、(b) 基板に塗布されたレジストの水分含有量を前記レジスト膜の厚さ方向で制御する工程とを具備する。

【0016】

本発明は、工程(b)の制御を行うことで、例えば、該厚さ方向で、基板の露光処理に用いられる露光光に対するレジストの反応特性の分布を制御するものである。レジストが露光により化学反応を起こすためにはレジスト自体に一定以上の水分を含んでいる必要がある。レジストに水分が十分に含まれていないと、露光してもほとんど反応が起こらない。露光により反応しなければレジストは現像液に溶解しない。本発明では、レジストの水分含有量を制御することで、レジスト膜中の、一定以上の水分量が含有されている領域で露光による反応が確実に起こるようにする。これにより、膜厚方向で現像の反応速度に差を生じさせることができる。例えばこのような水分含有量の制御によってレジスト膜の表面側に露光反応が促進される層を形成すればその表面側のみを現像することができる。これにより、ハーフ露光された部分によってそれぞれ露光の深さや幅が異なっても、ハーフ露光された部分のレジスト残膜の均一性を向上させることができ、後に



形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0017】

本発明の一の形態では、前記工程（b）の前に、前記工程（a）で塗布されたレジスト膜を乾燥させる工程を更に具備し、前記工程（b）は、乾燥させた前記レジスト膜の表面に水分を供給することで前記水分含有量を制御する工程を具備する。このように乾燥させた後、水分を供給することにより水分の含有量の制御が比較的容易になる。

【0018】

本発明に係る基板処理装置は、レジストを塗布しレジスト膜を形成するレジスト膜形成手段と、前記レジストが塗布された基板の現像処理の前に、前記レジスト膜の厚さ方向で、前記現像処理に用いられる現像液に対するレジストの溶解特性の分布を制御する制御手段とを具備する。

【0019】

本発明では、レジスト膜の厚さ（深さ）方向で現像液に対するレジストの溶解特性に分布をつけることで、レジスト膜厚方向に現像液に溶解しやすい層と溶解しにくい層のコントラストを形成することができる。これにより、ハーフ露光された部分によってそれぞれ露光の深さや幅が異なっても、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させることができ、後に形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0021】

図1は本発明が適用されるLCD基板の塗布現像処理システムを示す平面図であり、図2はその正面図、また図3はその背面図である。

【0022】

この塗布現像処理システム1は、複数のガラス基板Gを収容するカセットCを載置するカセットステーション2と、基板Gにレジスト塗布及び現像を含む一連

の処理を施すための複数の処理ユニットを備えた処理部 3 と、露光装置 32 との間で基板 G の受け渡しを行うためのインターフェース部 4 とを備えており、処理部 3 の両端にそれぞれカセットステーション 2 及びインターフェース部 4 が配置されている。

【0023】

カセットステーション 2 は、カセット C と処理部 3 との間で LCD 基板の搬送を行うための搬送機構 10 を備えている。そして、カセットステーション 2 においてカセット C の搬入出が行われる。また、搬送機構 10 はカセットの配列方向に沿って設けられた搬送路 12 上を移動可能な搬送アーム 11 を備え、この搬送アーム 11 によりカセット C と処理部 3 との間で基板 G の搬送が行われる。

【0024】

処理部 3 には、カセットステーション 2 におけるカセット C の配列方向（Y 方向）に垂直方向（X 方向）に延設された主搬送部 3a と、この主搬送部 3a に沿って、レジスト塗布処理ユニット（CT）を含む各処理ユニットが並設された上流部 3b 及び現像処理ユニット（DEV）18 を含む各処理ユニットが並設された下流部 3c とが設けられている。

【0025】

主搬送部 3a には、X 方向に延設された搬送路 31 と、この搬送路 31 に沿って移動可能に構成されガラス基板 G を X 方向に搬送する搬送シャトル 23 とが設けられている。この搬送シャトル 23 は、例えば支持ピンにより基板 G を保持して搬送するようになっている。また、主搬送部 3a のインターフェース部 4 側端部には、処理部 3 とインターフェース部 4 との間で基板 G の受け渡しを行う垂直搬送ユニット 7 が設けられている。

【0026】

上流部 3b において、カセットステーション 2 側端部には、基板 G に洗浄処理を施すスクラバ洗浄処理ユニット（SCR）20 が設けられ、このスクラバ洗浄処理ユニット（SCR）20 の上流側に基板 G 上の有機物を除去するためのエキシマ UV 処理ユニット（e-UV）19 が配設されている。

【0027】

スクラバ洗浄処理ユニット（SCR）20の隣には、ガラス基板Gに対して熱的処理を行うユニットが多段に積み上げられた熱処理系ブロック24及び25が配置されている。これら熱処理系ブロック24と25との間には、垂直搬送ユニット5が配置され、搬送アーム5aがZ方向及び水平方向に移動可能とされ、かつ θ 方向に回転可能とされているので、両ブロック24及び25における各熱処理系ユニットにアクセスして基板Gの搬送が行われるようになっている。なお、上記処理部3における垂直搬送ユニット7についてもこの垂直搬送ユニット5と同一の構成を有している。

【0028】

図2に示すように、熱処理系ブロック24には、基板Gにレジスト塗布前の加熱処理を施すベーキングユニット（BAKE）が2段、HMDSガスにより疎水化処理を施すアドヒージョンユニット（AD）が下から順に積層されている。一方、熱処理系ブロック25には、基板Gに冷却処理を施すクーリングユニット（COL）が2段、アドヒージョンユニット（AD）が下から順に積層されている。

【0029】

熱処理系ブロック25に隣接してレジスト処理ブロック15がX方向に延設されている。このレジスト処理ブロック15は、基板Gにレジストを塗布するレジスト塗布処理ユニット（CT）と、減圧により前記塗布されたレジストを乾燥させる減圧乾燥ユニット（VD）と、基板Gの周縁部のレジストを除去するエッジリムーバ（ER）とが設けられて構成されている。このレジスト処理ブロック15には、レジスト塗布処理ユニット（CT）からエッジリムーバ（ER）にかけて移動する図示しないサブアームが設けられており、このサブアームによりレジスト処理ブロック15内で基板Gが搬送されるようになっている。

【0030】

レジスト処理ブロック15に隣接して多段構成の熱処理系ブロック26が配設されており、この熱処理系ブロック26には、基板Gにレジスト塗布後の加熱処理を行うプリベーキングユニット（PREBAKE）が3段積層されている。

【0031】

下流部 3c においては、図 3 に示すように、インターフェース部 4 側端部には、熱処理系ブロック 29 が設けられており、これには、クーリングユニット (COL)、露光後現像処理前の加熱処理を行うポストエクスポージャーベーキングユニット (PEBAKE) が 2 段、下から順に積層されている。

【0032】

熱処理系ブロック 29 に隣接して現像処理を行う現像処理ユニット (DEV) 18 が X 方向に延設されている。この現像処理ユニット (DEV) 18 の隣には熱処理系ブロック 28 及び 27 が配置され、これら熱処理系ブロック 28 と 27 との間には、上記垂直搬送ユニット 5 と同一の構成を有し、両ブロック 28 及び 27 における各熱処理系ユニットにアクセス可能な垂直搬送ユニット 6 が設けられている。また、現像処理ユニット (DEV) 18 端部の上には、i 線処理ユニット (i-UV) 33 が設けられている。

【0033】

熱処理系ブロック 28 には、クーリングユニット (COL)、基板 G に現像後の加熱処理を行うポストベーキングユニット (POBAKE) が 2 段、下から順に積層されている。一方、熱処理系ブロック 27 も同様に、クーリングユニット (COL)、ポストベーキングユニット (POBAKE) が 2 段、下から順に積層されている。

【0034】

インターフェース部 4 には、正面側にタイトラー及び周辺露光ユニット (Titrer/EE) 22 が設けられ、垂直搬送ユニット 7 に隣接してエクステンションクーリングユニット (EXTCOL) 35 が、また背面側にはバッファカセット 34 が配置されており、これらタイトラー及び周辺露光ユニット (Titrer/EE) 22 とエクステンションクーリングユニット (EXTCOL) 35 とバッファカセット 34 と隣接した露光装置 32 との間で基板 G の受け渡しを行う垂直搬送ユニット 8 が配置されている。この垂直搬送ユニット 8 も上記垂直搬送ユニット 5 と同一の構成を有している。

【0035】

以上のように構成された塗布現像処理システム 1 の処理工程については、先ず

カセット C 内の基板 G が処理部 3 部における上流部 3 b に搬送される。上流部 3 b では、エキシマ UV 処理ユニット (e-UV) 19 において表面改質・有機物除去処理が行われ、次にスクラバ洗浄処理ユニット (SCR) 20 において、基板 G が略水平に搬送されながら洗浄処理及び乾燥処理が行われる。続いて熱処理系ブロック 24 の最下段部で垂直搬送ユニットにおける搬送アーム 5 a により基板 G が取り出され、同熱処理系ブロック 24 のベーキングユニット (BAKE) にて加熱処理、アドヒージョンユニット (AD) にて、ガラス基板 G とレジスト膜との密着性を高めるため、基板 G に HMDS ガスを噴霧する処理が行われる。この後、熱処理系ブロック 25 のクーリングユニット (COL) による冷却処理が行われる。

【0036】

次に、基板 G は搬送アーム 5 a から搬送シャトル 23 に受け渡される。そしてレジスト塗布処理ユニット (CT) に搬送され、レジストの塗布処理が行われた後、減圧乾燥処理ユニット (VD) にて減圧乾燥処理、エッジリムーバ (ER) 48 にて基板周縁のレジスト除去処理が順次行われる。

【0037】

次に、基板 G は搬送シャトル 23 から垂直搬送ユニット 7 の搬送アームに受け渡され、熱処理系ブロック 26 におけるプリベーキングユニット (PREBAKE) にて加熱処理が行われた後、熱処理系ブロック 29 におけるクーリングユニット (COL) にて冷却処理が行われる。熱処理系ブロック 26 の最下層には、後述する水分供給ユニット 39 が設けられている。続いて基板 G はエクステンションクーリングユニット (EXTCOL) 35 にて冷却処理されるとともに露光装置にて露光処理される。

【0038】

次に、基板 G は垂直搬送ユニット 8 及び 7 の搬送アームを介して熱処理系ブロック 29 のポストエクスポージャーベーキングユニット (PEBAKE) に搬送され、ここで加熱処理が行われた後、クーリングユニット (COL) にて冷却処理が行われる。そして基板 G は垂直搬送ユニット 7 の搬送アームを介して、現像処理ユニット (DEV) 18 において基板 G は略水平に搬送されながら現像処理

、リンス処理及び乾燥処理が行われる。

【0039】

次に、基板Gは熱処理系ブロック28における最下段から垂直搬送ユニット6の搬送アーム6aにより受け渡され、熱処理系ブロック28又は27におけるポストベーキングユニット(POBAKE)にて加熱処理が行われ、クーリングユニット(COL)にて冷却処理が行われる。そして基板Gは搬送機構10に受け渡されカセットCに收容される。

【0040】

次に、図4を参照してレジスト塗布処理ユニット(CT)について説明する。

【0041】

このレジスト塗布処理ユニットCTでは、ほぼ中央部に基板Gを收容するカップCPが配置されている。カップCPの内部には例えば基板Gを真空引き等で保持するチャック部材38が備えられ、このチャック部材38は図示しないエアシリンダ等の駆動機構によってカップCPから出沒するように上下に移動できるようになっている。これにより外部から搬送されてくる基板をチャック部材38で受け取ったり、このユニットCTで処理を終えた基板を外部に渡したりすることができる。

【0042】

なお、図示しないが、カップの開口部59には、エアシリンダ等により上下に移動する蓋部材が配置されている。

【0043】

カップCPに隣接した位置には、レジストノズル41を水平方向(図中でX方向)に移動させるための駆動装置30が設けられている。

【0044】

駆動装置30には、モータ54により回転するボールネジ54aが設けられている。ボールネジ54aには、レジストノズル41を保持するノズル保持部材46を支持する支持体44がその下方部で螺挿されており、モータ54の回転により支持体44はX方向に移動できるようになっている。支持体44にはノズル保持部材46を垂直方向(Z方向)に移動させるための図示しないエアシリンダ等

の駆動機構が内蔵され、レジストノズル 41 を上下移動させることができるようになっている。そして、制御部 17 に設けられた X 軸コントローラ 37、Z 軸コントローラ 36 によって、X 軸、Z 軸の移動量等が個別的に制御されるようになっている。

【0045】

レジスト塗布処理ユニット CT には混合レジスト供給部 9 が設けられている。混合レジスト供給部 9 は、混合部 13、供給管 13a、親和性材料供給部 14、レジスト液供給部 16 及びレジストノズル 41 を有している。

【0046】

レジスト液供給部 16 からはレジスト液が供給される。親和性材料供給部 14 からは現像処理ユニット 18 で用いられる現像液と親和性を有する材料が供給される。レジストの材料は例えばノボラック樹脂系のものを用いる。現像液と親和性を有する材料は例えば現像液との接触角を下げることができるものを用いる。

【0047】

混合部 13 では、レジスト液供給部 16 から供給されるレジストと親和性材料供給部 14 から供給される親和性材料とが混合される。後述するように、例えばこのレジスト液と親和性材料との混合比率は親和性材料が含まれる混合レジスト層 R1 の厚さに影響する。混合されたレジスト RR は、混合部 13 から供給管 13a を介して、レジストノズル 41 に供給されるようになっている。

【0048】

混合部 13 では、具体的な装置として例えばスタティックミキサ（図示せず）を用いることができる。レジスト液供給部 16 は、図示しないが例えばレジスト液を貯留するタンクと、タンクに貯留されたレジスト液を混合部 13 へ供給するためのベローズポンプとを有している。親和性材料供給部 14 もレジスト液供給部 16 と同様に親和性の材料を貯留するタンク等の容器と、この容器に貯留された親和性材料を混合部 13 へ供給するためのベローズポンプとを有している。

【0049】

次に、基板に形成されたレジスト膜中の親和性材料を偏在化させる工程につい

て図5から図7を参照しながら説明する。

【0050】

図5は本発明の工程を示したフロー図であり、図6及び図7はその工程の模式図である。

【0051】

上記のように、レジスト液と親和性材料とが混合部13において混合される（ステップ501）。図6（a）及び図6（b）に示すように、混合部13で混合された混合レジストRRが、レジストノズル41から基板上に塗布される（ステップ502）。基板上に塗布された混合レジストRRは、減圧乾燥処理ユニットVDで減圧乾燥され、熱処理系ブロック26のプリベーキングユニットにて加熱処理が行われる（ステップ503）。この乾燥及び加熱の工程で、図6（c）に示すように、親和性材料49が混合レジストRRの表面側に偏在し、混合レジスト層R1を形成するようになる。例えば混合レジストRRを加熱する時の蒸発スピードを上げると、混合レジストRRの表面にレジスト中の光酸発生剤（PAG：Photoactive Acid Generator）が偏在することが分かっている。

【0052】

次に、図7（a）に示すように、混合レジスト層R1と、親和性材料49を含まないレジスト層R2とが形成されたコントラスト層45をハーフトーンマスク47を用いて露光する（ステップ504）。図7（b）に示すように、露光光自体のばらつき等により、露光された範囲L1、L2、L3はそれぞれ異なるものとなる。ここでは説明上の便宜のため、レジストに光が照射される部分は全てハーフトーンであるとしている。

【0053】

この状態から、図7（c）に示すように、現像液50を塗布し、露光された範囲L1、L2、L3を溶解して現像する（ステップ505）。

【0054】

ここで仮にレジストRに親和性材料49を加えない場合、すなわち通常のレジストを塗布した場合には現像後はL1、L2、L3のそれぞれの露光深さに応じて異なる深さ・幅のレジストパターンが残る可能性がある。例えば図8に示すよ

うに、レジストに現像液を塗布した際に、L1に比べてL2は露光深さが浅く、現像により露光深さの底まで到達する時間が短い。露光されない部分が現像液に曝されて侵食される時間も短くなる。したがってL2を現像した場合は、L1に比べて幅が狭く、深さが浅いパターンが形成されてしまう。また、L3については露光深さがL1よりも深いため、L2を現像した場合とは逆に、露光されない部分が侵食される時間が長くなり、L1に比べて幅が広く、深さが深いパターンが形成されてしまう。

【0055】

これに対し本実施の形態では、親和性材料は現像液50に対して親和性を有するため、現像液50は混合レジスト層R1に留まりやすくなり、混合レジスト層R1での現像が促進される。レジスト層R2では、混合レジスト層R1に比べて現像が抑制される。これにより露光される深さがL1、L2、L3のように異なる場合であっても、実際には混合レジスト層R1のみが現像されることとなる。混合レジスト層R1の深さを一定にすることにより、ハーフ露光された部分のレジスト残膜、例えば現像後のレジストパターンのアスペクト比やピッチ等を均一にすることができる。これによりエッチング後に形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0056】

混合レジスト層R1の深さはハーフ露光により除去される部分の深さとなるため、この深さを所望の深さにするためには、レジスト液への親和性材料の添加比率を変えればよい。

【0057】

(第2の実施の形態)

次に、基板に形成されたレジストに含まれる水分量を制御し、レジストの露光光に対する反応特性の分布を制御する形態について、図9から図12を参照しながら説明する。本実施の形態では、レジストの種類として例えばg線レジストを用いる。

【0058】

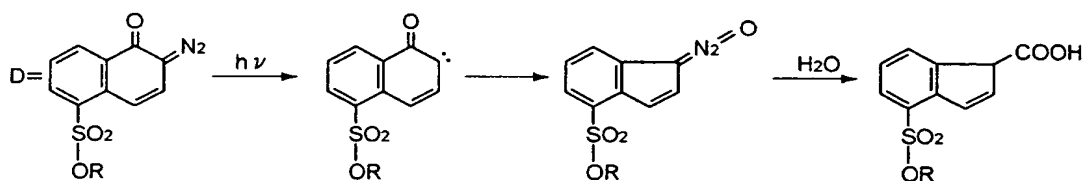
図9は本発明の工程を示したフロー図であり、図10及び図11はその工程の

模式図である。図10(a)、図10(b)、図10(c)は、本発明の工程を示したものである。また、図10(d)、図10(e)、図10(f)は従来の工程を示したものである。ここでは、本発明と従来の工程を比較して説明する。

【0059】

図10(a)又は図10(d)に示すように、レジストRがレジストノズル41から基板上に塗布される(ステップ901)。基板上に塗布されたレジストRは、減圧乾燥処理ユニット(VD)で減圧乾燥され、熱処理系ブロック26のプリベキングユニットにて加熱処理が行われる(ステップ902)。一般に、ポジ型レジストに露光光を照射すると、照射された部分のレジストは現像液50に対して可溶性となる。このときの反応は以下のようになり、反応を起こすためには所定の水分(H_2O)量が必要となる。

(化学反応)



乾燥及び加熱の工程で、従来では図10(e)に示すように、露光に必要な水分をレジストRに残すように乾燥・加熱する。これに対し、本発明では、図10(b)に示すように、露光に必要な水分が残らない程度に、やや過度にレジストRを乾燥させる。この状態から、図10(c)に示すように、レジストRの表面から露光に必要な水分を供給し、水分を十分に含んだ水分含有層51と、水分を十分に含まない乾燥層52とからなるコントラスト層を形成する(ステップ903)。水分の供給は、例えば上記水分供給ユニット39を設けて行う。本実施形態では、熱処理系ブロック26の最下層に設けているが、露光前であれば他の場所、例えばインターフェース部4等に設けても良い。

【0060】

次に、図11(a)に示すように、コントラスト層53が形成されたレジストを、ハーフトーンマスク47を用いて露光する(ステップ904)。図11(b)に示すように、露光による化学反応が促進されるのはL4、L5、L6のよう

に水分層 51 内に限られ、深さは等しくなる。乾燥層 52 では露光による反応が抑制されるためである。なお、ここでは説明上の便宜のため、レジストに光が照射される部分は全てハーフトーンであるとしている。

【0061】

この状態から、図 10 (c) に示すように、現像液 50 を塗布し、露光された範囲 L4、L5、L6 を溶解させて現像する (ステップ 905)。露光範囲 L4、L5、L6 は同じ深さであるため、それぞれ現像することにより、図 10 (d) に示すようにハーフ露光された部分の残膜が均一になる。これにより、後に形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0062】

水分層 51 の深さは現像により除去される部分の深さであり、この深さを所望の深さにするためには、レジストに供給する水分の量を変えればよい。

【0063】

一方、従来では、通常のレジストを塗布した後にレジストの厚さ方向に水分のコントラストを形成することがないため、現像後は L1、L2、L3 のそれぞれの露光深さに応じて異なる深さ・幅のレジストパターンが残る可能性がある。例えば図 8 に示したように、レジストに現像液を塗布した際に、L1 に比べて L2 では幅が狭く、深さが浅いパターンが形成されてしまう。また、L3 については L1 に比べて幅が広く、深さが深いパターンが形成されてしまう。

【0064】

(第 3 の実施の形態)

次に、レジストの表面側に難溶化層を形成させる形態について、図 12 から図 16 を参照しながら説明する。

【0065】

図 14 は本発明の工程を示したフロー図であり、図 12 及び図 13 はその工程の模式図、図 15 及び図 16 は露光エネルギーと現像後のレジストの膜厚との関係を示すグラフである。

【0066】

図 12 (a) に示すようにレジスト R が基板上に塗布される (ステップ 140

1)。基板上に塗布されたレジストRは、減圧乾燥処理ユニットVDで減圧乾燥され、熱処理系ブロック26のプリベーキングユニットにて加熱処理が行われる(ステップ1402)。

【0067】

次に、図12(b)に示すように、レジストRに例えば現像処理で用いる現像液50を供給する。これにより図12(c)に示すようにレジストの表面側を難溶化させ、表面側に難溶化層55を形成し、難溶化層55の下層に通常のレジスト層である非難溶化層56を形成する(ステップ1403)。難溶化層55が形成されることは実験で確認されている。

【0068】

次に、図13(a)に示すように、難溶化層55と非難溶化層56からなるコントラスト層を、ハーフトーンマスク47を用いて露光する(ステップ1404)。図13(b)に示すように、わずかな露光自体のばらつきや、わずかな照射時間のばらつきはあるが、露光された範囲L7、L8、L9はそれぞれ難溶化層内にとどまり、深さは等しくなっている。これは、後述するように難溶化層55での露光の反応は緩やかに起こるため、露光深さの制御が容易になるからである。なお、ここでは説明上の便宜のため、レジストに光が照射される部分は全てハーフトーンであるとしている。

【0069】

この状態から、図13(c)に示すように、現像液50を供給し、露光された範囲L7、L8、L9を溶解させて現像する(ステップ1405)。この場合では、L7、L8、L9それぞれが同じ深さであるため、現像することにより、図13(d)に示すようにハーフ露光された部分の残膜が均一になる。これにより、後に形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【0070】

ここで、難溶化層を形成した場合について図15及び図16もとにして説明する。

【0071】

図15(a)は、非難溶化層56を露光する場合のグラフを示したものである

。グラフの縦軸は現像後のレジスト R の残膜厚、横軸は一定時間に照射する光のエネルギーである。レジスト R は、エネルギー E_1 以下で露光光を照射しても反応せず、これにより現像後の残膜厚も変化しない。エネルギーが E_1 以上 E_4 以下の範囲となるように露光光を照射すると、エネルギーのわずかな増加により現像後の残膜厚が急激に減少する。照射する露光光のエネルギーが E_4 を超えれば、レジストはすべて反応し現像後の残膜厚はゼロになる。

【0072】

非難溶化層 56 を露光する場合は、通常はエネルギーが例えば E_5 (E_4 以上) となるように露光光を照射して行う。ハーフ露光の場合は、エネルギー E_5 のうち、ハーフトーンマスク 47 を通過することにより、 E_2 から E_3 のエネルギー分がレジスト層 56 に照射されることとなる。通過した露光光のエネルギーが E_2 から E_3 とわずかに幅があるのは、ハーフトーンマスク 47 による誤差等のためである。エネルギー E_2 で照射したときの残膜厚は T_1 であり、エネルギー E_3 で照射したときの残膜厚は T_2 である。レジスト層 56 の露光の場合、このわずかなエネルギーの幅により、現像後の膜厚が T_1 から T_2 までの広い範囲となって現れる。

【0073】

図 15 (b) は、難溶化層 55 を露光する場合のグラフを示したものである。グラフの縦軸は現像後のレジストの残膜厚、横軸は一定時間に照射する光のエネルギーである。非軟溶化層 56 の場合と同様に、エネルギー E_1 以下となるように露光光を照射しても非難溶化層 56 は反応せず、現像後の残膜厚も変化しない。また、照射する露光光のエネルギーが E_4 を超えれば、レジスト層 56 はすべて反応し現像後の残膜厚はゼロになる。

【0074】

ただ、非難溶化層 56 の場合と比較すると、エネルギーが E_1 以上 E_4 以下の範囲において、エネルギーの増加による現像後の膜厚の変化が緩やかである点が異なる。

【0075】

エネルギーが E_5 となるように難溶化層に露光光を照射した場合、非難溶化層

56の場合と同様に、露光光がハーフトーンマスク47を通過し、 E_2 から E_3 のエネルギー分が照射されることとなる。エネルギー E_2 で照射したときの残膜厚は T_1 であり、エネルギー E_3 で照射したときの残膜厚は T_2 である。この場合においても、現像後の膜厚が T_1 から T_2 の範囲でばらつくことになるが、難溶化層55の露光では、レジスト層56の露光と比べるとこのばらつきはそれほど大きくない。このため、本発明では、難溶化層55を形成することにより、露光される深さの制御を容易に行うことができ、ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させ、後の処理で形成されることとなる電極間の距離を均一にすることができる。

【0076】

図16は、難溶化層と非難溶化層とのコントラストを形成した場合について、現像後の膜厚と露光エネルギーとの関係を示すグラフである。すなわち、図15(a)、図15(b)のグラフを合わせたものである。

【0077】

図15(b)では、膜全体が難溶化層55で形成されている場合の説明であったが、レジストR全体を難溶化層55に変質させるためには相当量の現像液50が必要となる。しかし、実際にはハーフ露光を行った部位の現像後のレジスト厚さが難溶化層55に含まれていれば良く、必ずしも全体が難溶化層55である必要はない。そこで、図12(c)に示すように難溶化層55と非難溶化層56のコントラスト層を形成する。この場合、露光エネルギーと現像後の残膜厚との関係は図15に示すように、図15(a)、図15(b)のそれぞれの特性を合わせたグラフになる。すなわち難溶化層55の領域では図15(b)の特性を示し、非難溶化層56の領域では図15(a)の特性を示すこととなる。

【0078】

現像後のレジスト膜の厚さ、すなわち図16に示す T_1 から T_2 の範囲が難溶化層55に含まれるようにコントラストを形成する。難溶化層55を形成するのは露光深さの制御を容易にするためであり、現像後のレジスト膜の厚さが難溶化層55に含まれていれば本発明の目的を達成できる。このように難溶化層55と非難溶化層56とのコントラストを形成することにより、現像液を効率的に使用

することができ、又、露光深さの制御を行い残膜厚を均一にすることができ、電極間の距離を均一にすることができる。

【0079】

本発明は以上説明した実施の形態には限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば上記第1の実施の形態においては、親和性材料とレジスト液を混合部13で混合するようにしたが、最初から親和性材料が含まれたレジスト液を使用することももちろん可能である。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ハーフ露光された部分のレジスト残膜の均一性を向上させ、形成される電極間の距離を均一にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る塗布現像処理システムの全体構成を示す平面図である。

【図2】

図1に示す塗布現像処理システムの正面図である。

【図3】

図1に示す塗布現像処理システムの背面図である。

【図4】

本発明の一実施形態に係るレジスト塗布処理ユニットの斜視図である。

【図5】

本発明の第1の実施の形態に係る工程を示すフロー図である。

【図6】

第1の実施の形態において基板にレジスト膜が形成される様子を示す断面図である。

【図7】

第1の実施の形態において基板に形成されたレジストが露光・現像される様子を示す断面図である。

【図 8】

従来の露光・現像の様子を示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態に係る工程を示すフロー図である。

【図 10】

第 2 の実施の形態において基板にレジスト膜が形成される様子を示す断面図である。

【図 11】

第 2 の実施の形態において基板に形成されたレジストが露光・現像される様子を示す断面図である。

【図 12】

本発明の第 3 の実施形態において基板にレジストが形成される様子を示す断面図である。

【図 13】

第 3 の実施の形態において基板に形成されたレジストが露光・現像される様子を示す断面図である。

【図 14】

本発明の第 3 の実施の形態に係る工程を示すフロー図である。

【図 15】

(a) 非難溶化層、(b) 難溶化層の特性を示すグラフである。

【図 16】

非軟溶化層及び難溶化層のコントラストの特性を示すグラフである。

【符号の説明】

G…ガラス基板

CT…レジスト塗布処理ユニット

R…レジスト

RR…混合レジスト

VD…減圧乾燥処理ユニット

R1…混合レジスト層

R 2 …レジスト層

1 …塗布現像処理システム

2 6 …熱処理系ブロック

3 9 …水分供給ユニット

4 7 …ハーフトーンマスク

5 0 …現像液

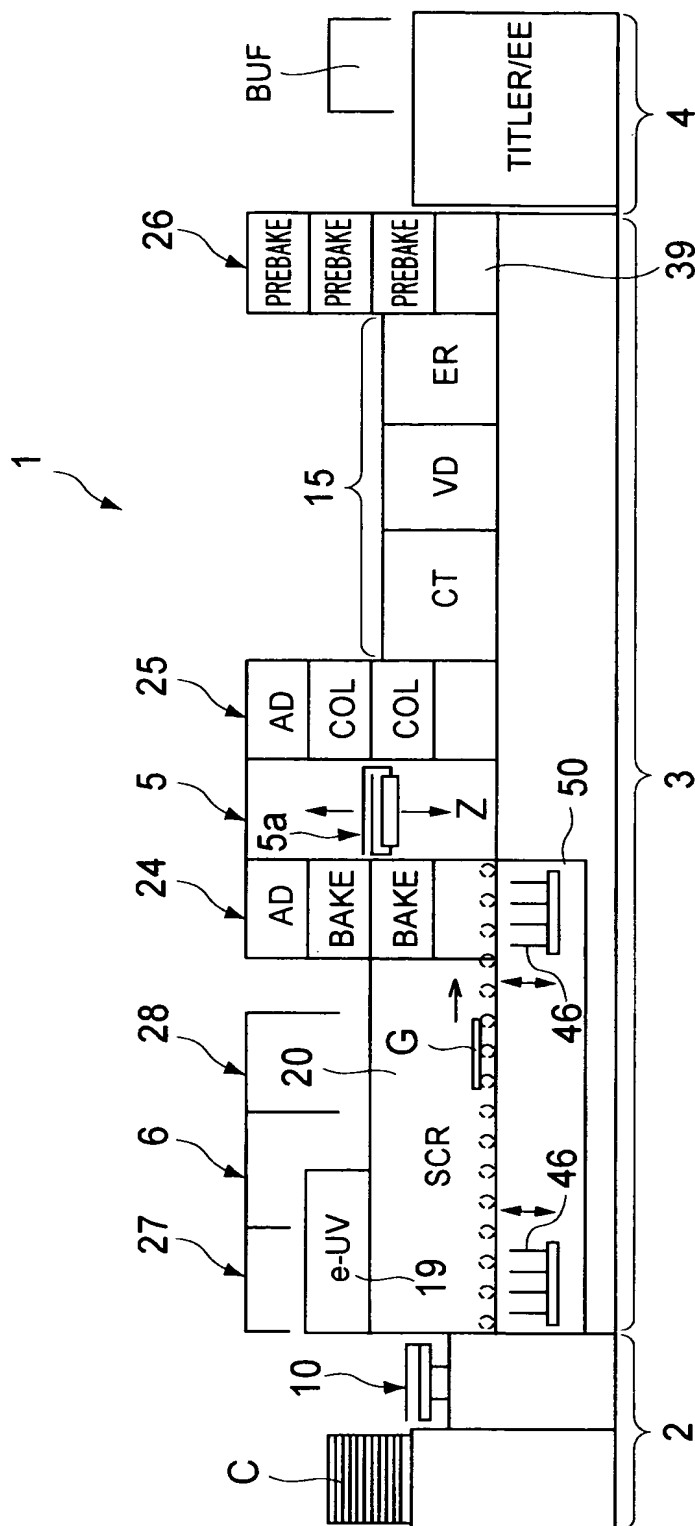
5 1 …水分含有層

5 2 …乾燥層

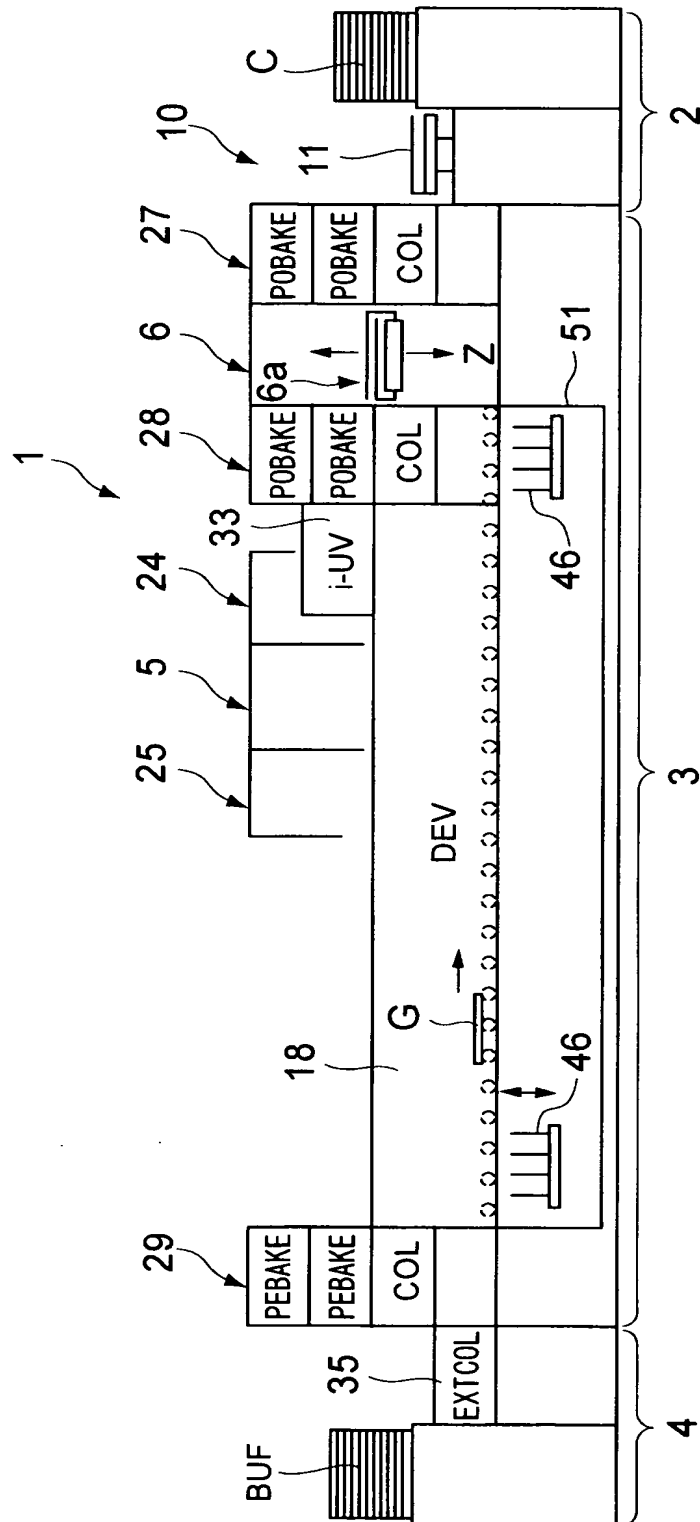
5 5 …難溶化層

5 6 …非難溶化層

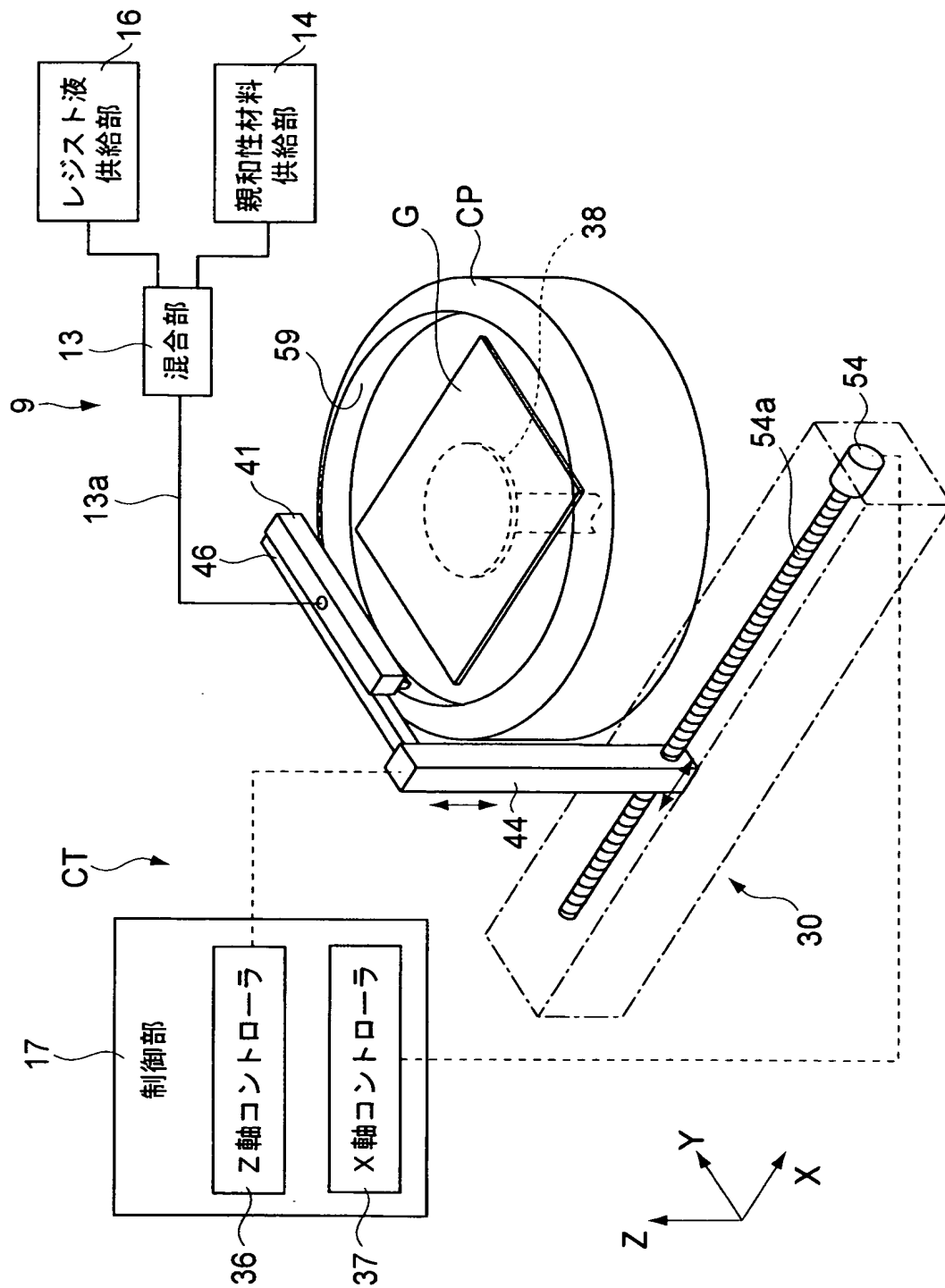
【図 2】



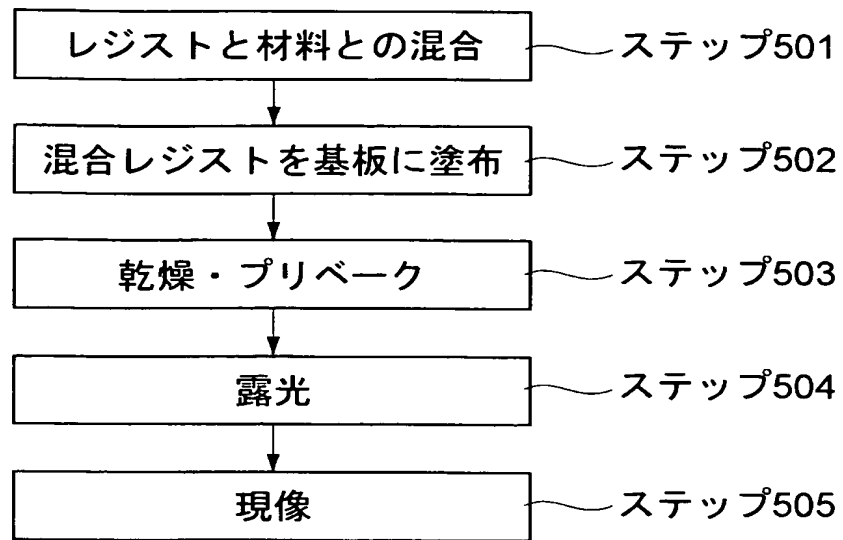
【図 3】



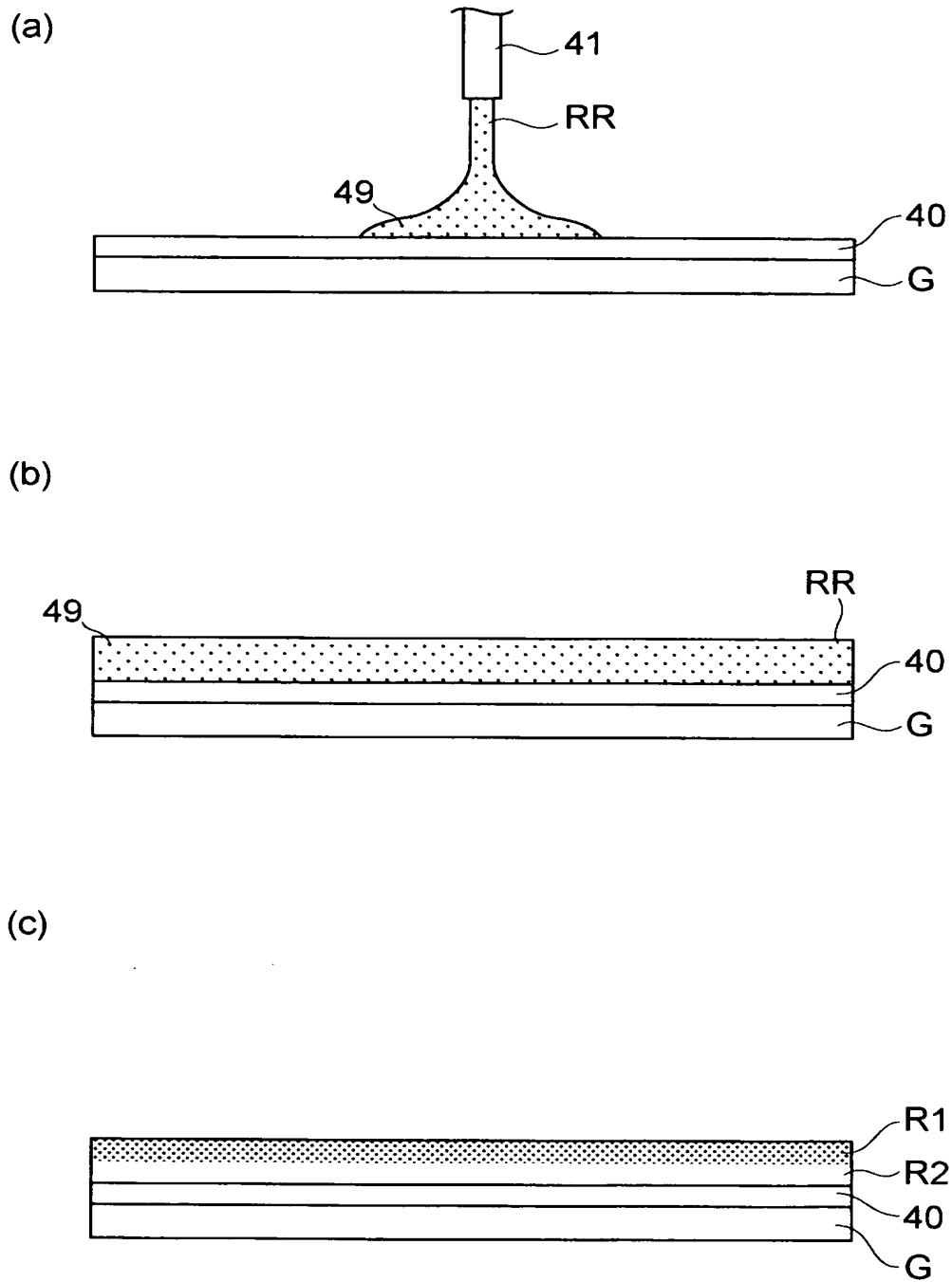
【図 4】



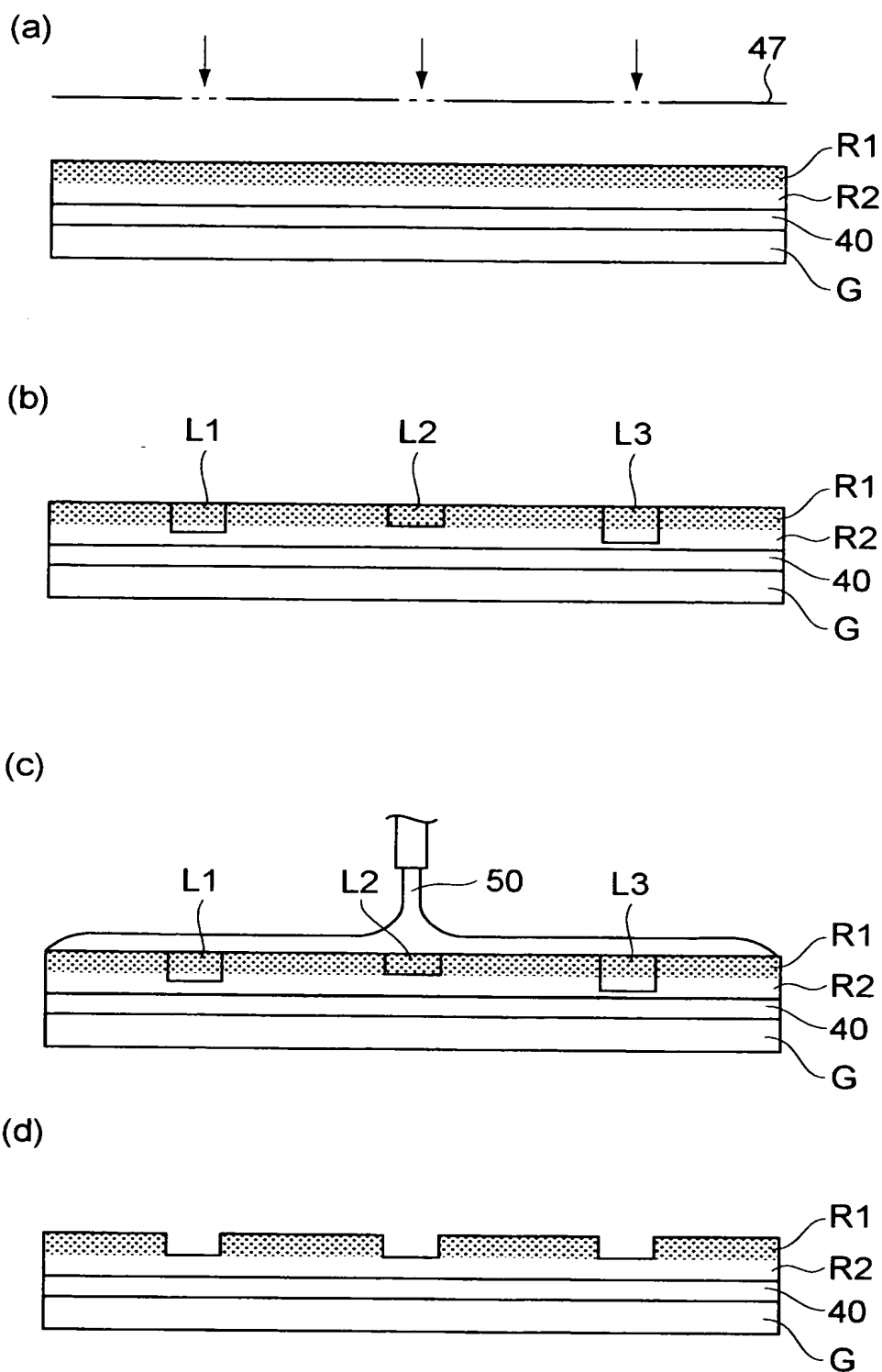
【図5】



【図 6】

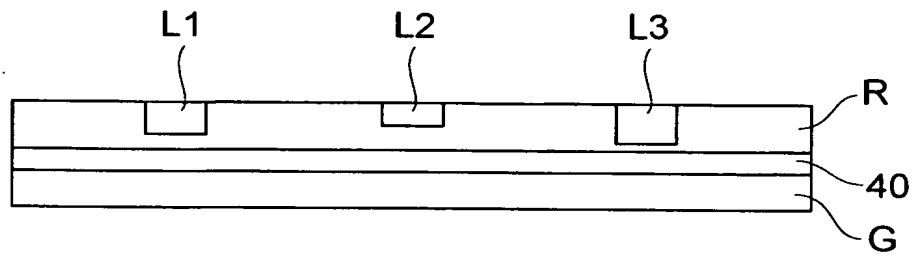


【図 7】

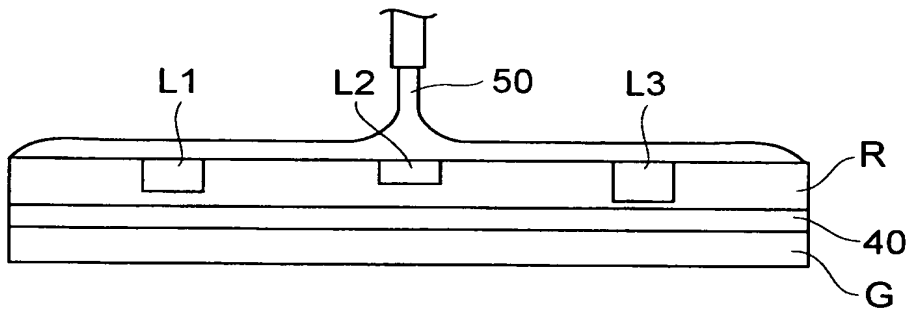


【図 8】

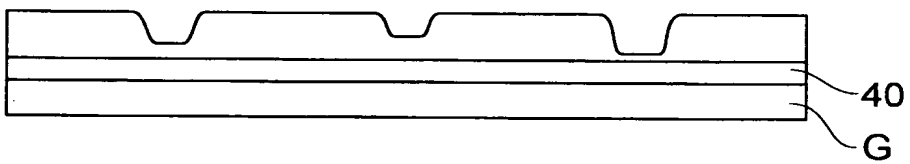
(a)



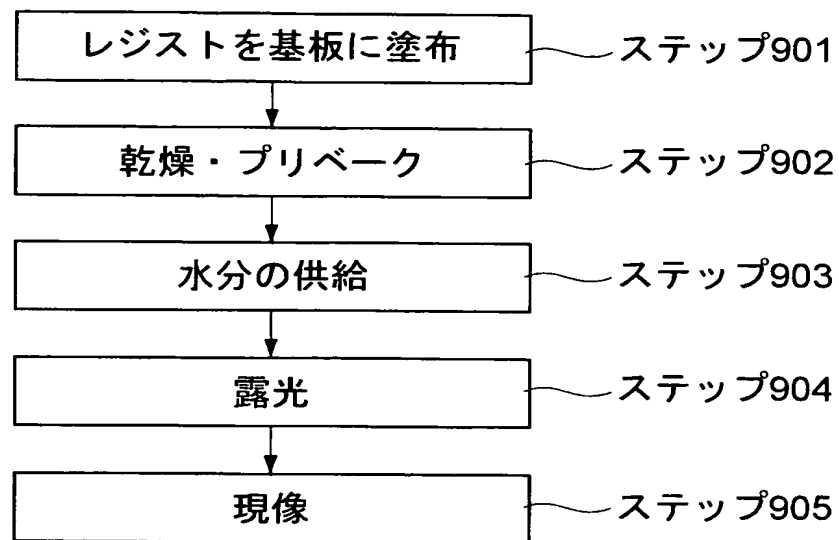
(b)



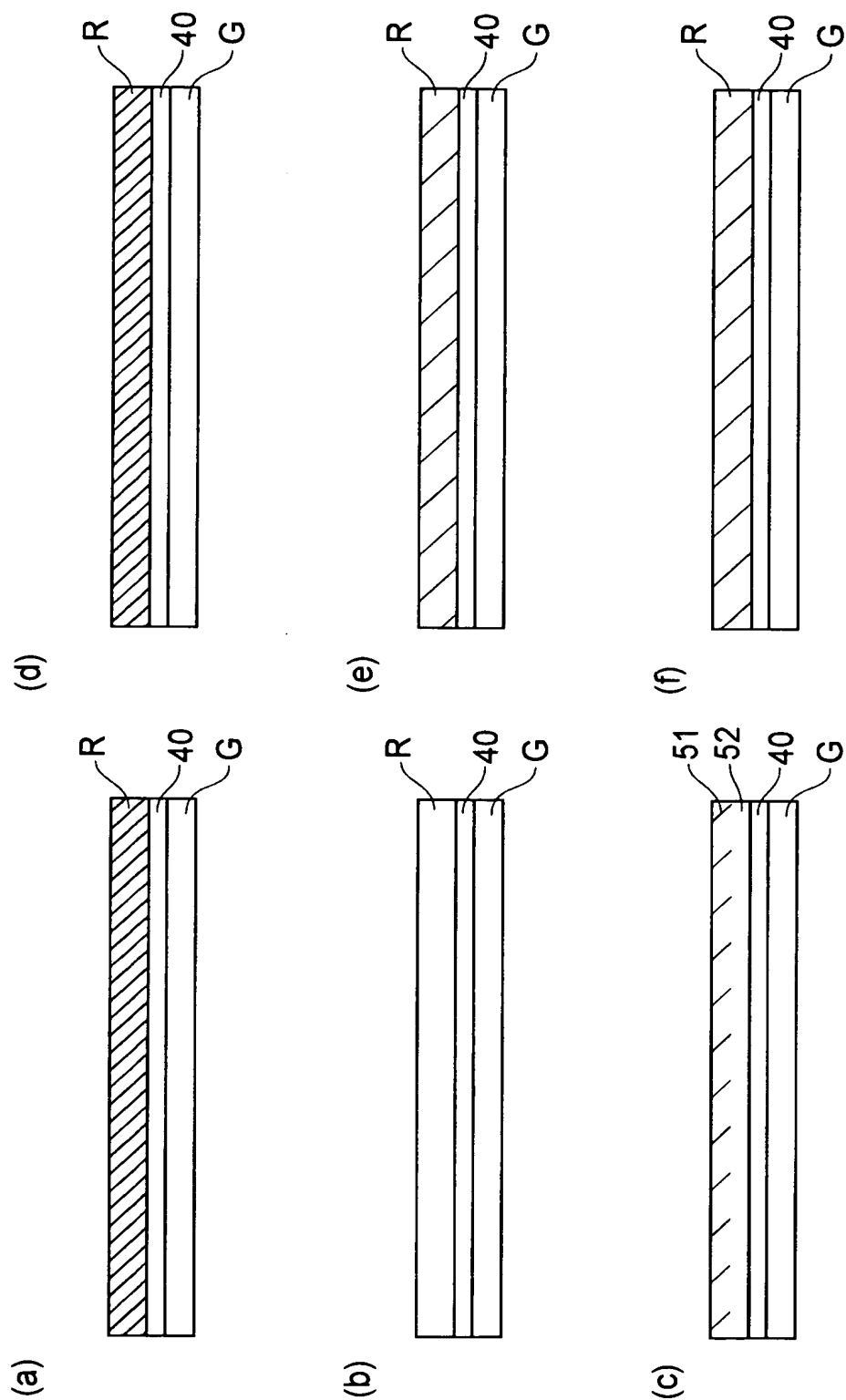
(c)



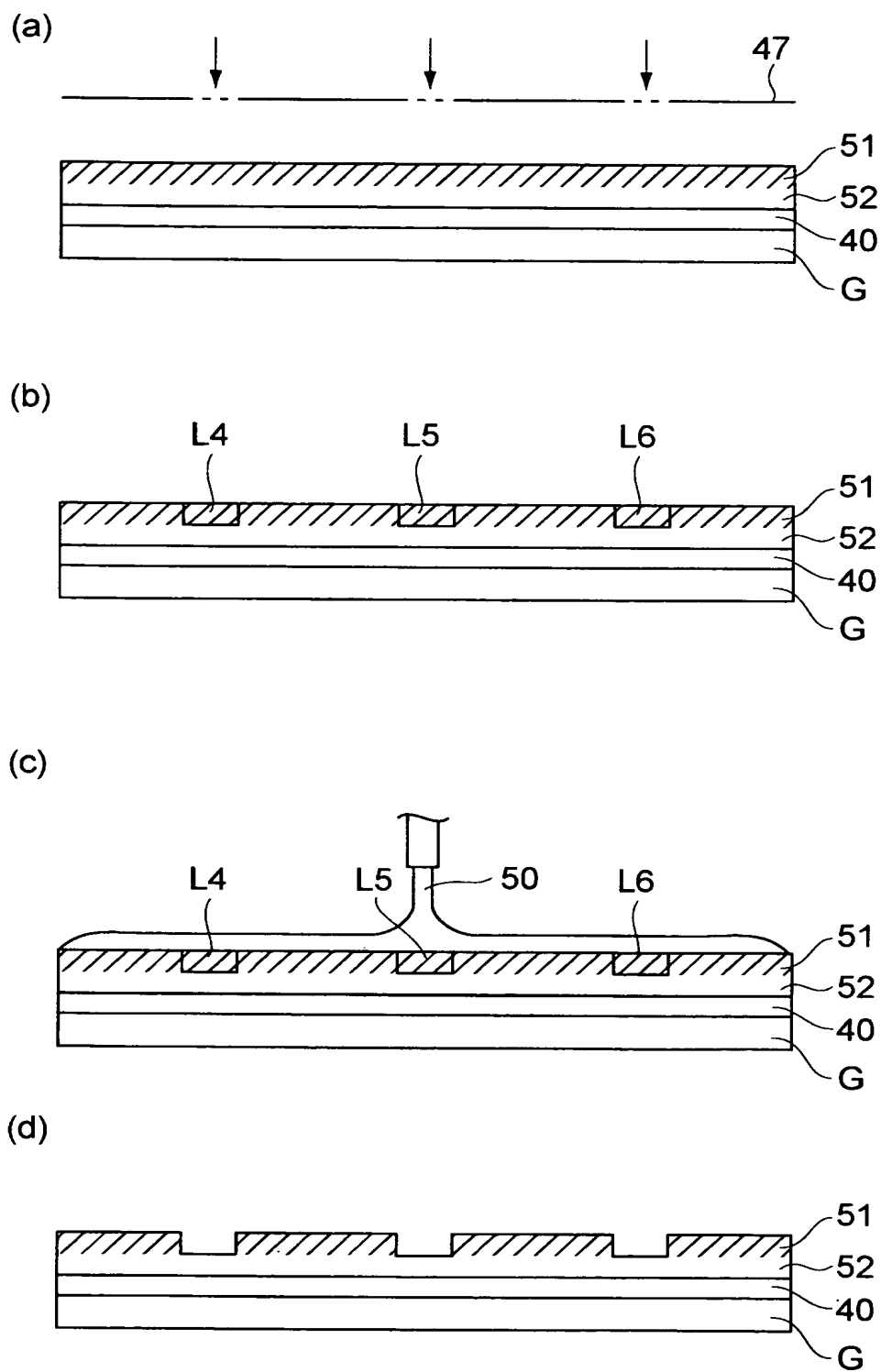
【図 9】



【図 10】

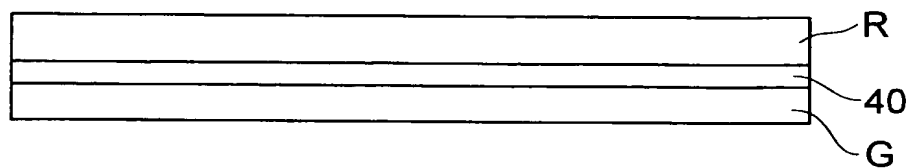


【図 11】

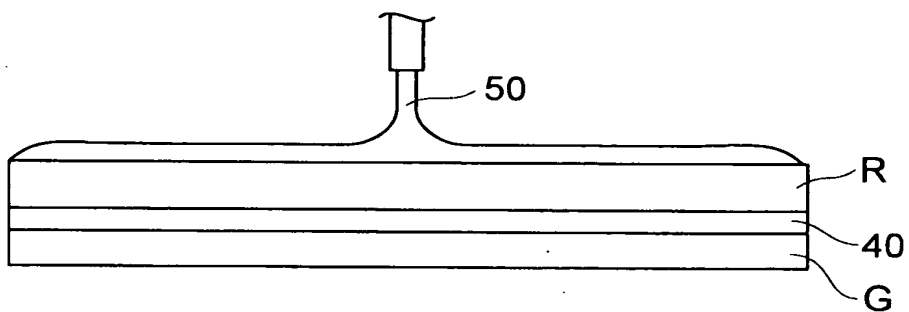


【図 12】

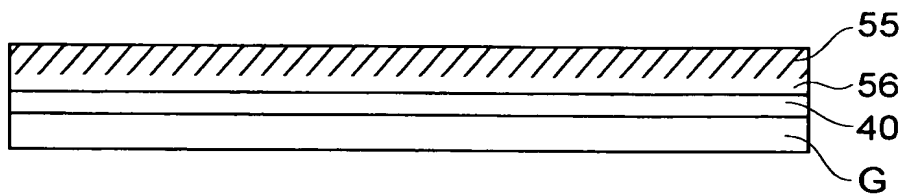
(a)



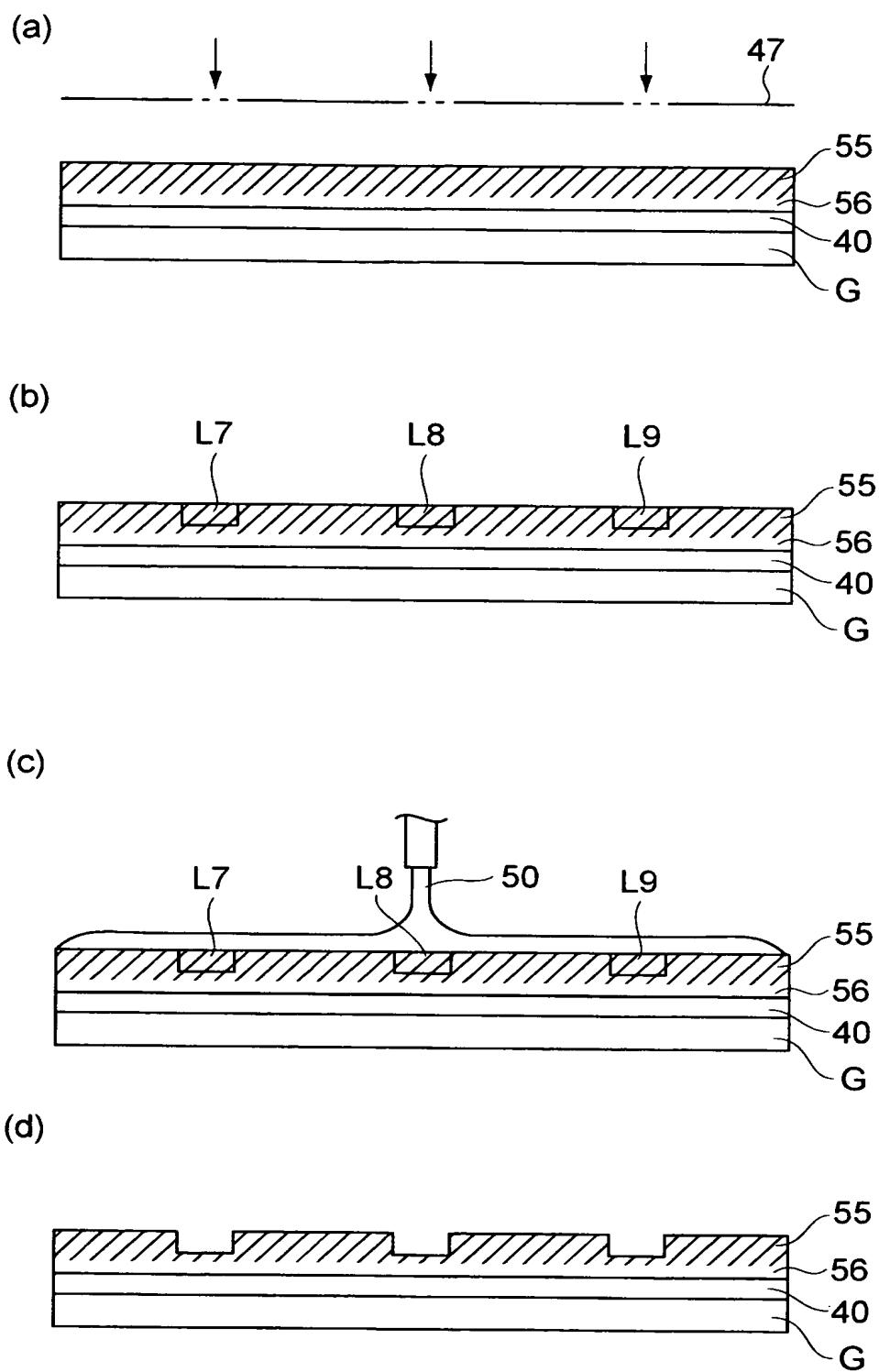
(b)



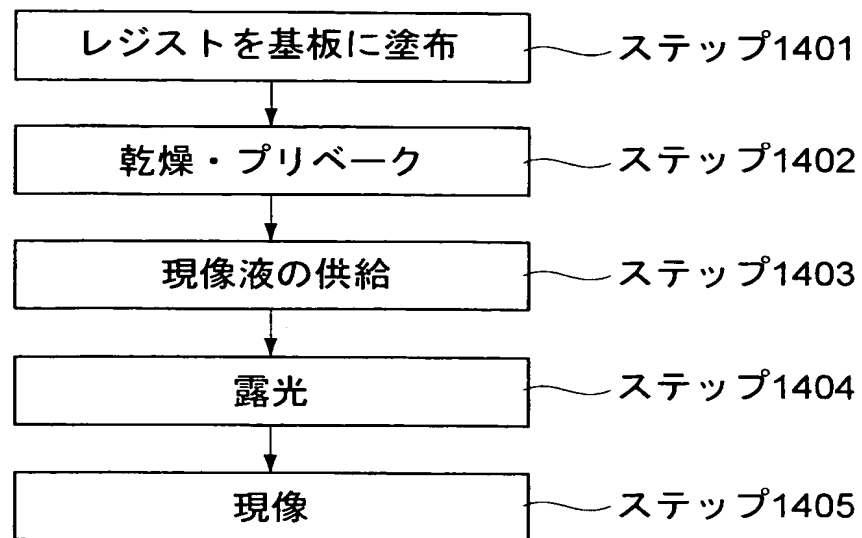
(c)



【図 13】

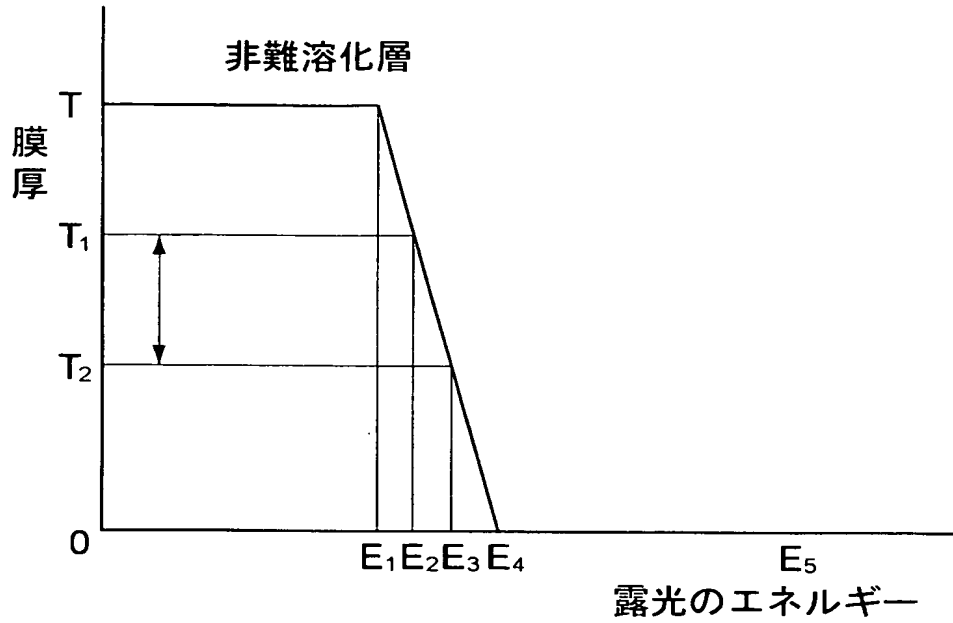


【図 14】

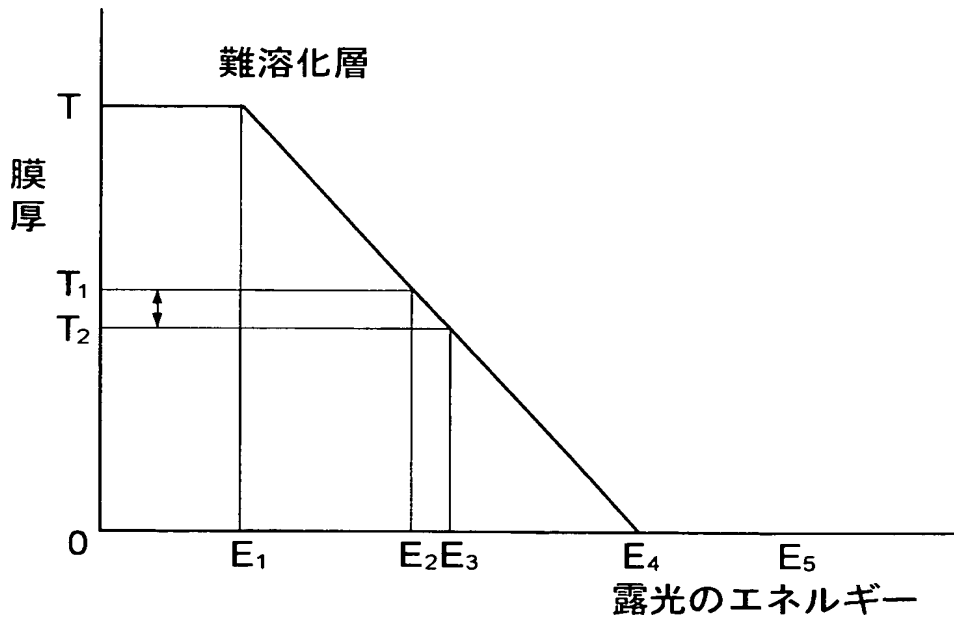


【図 15】

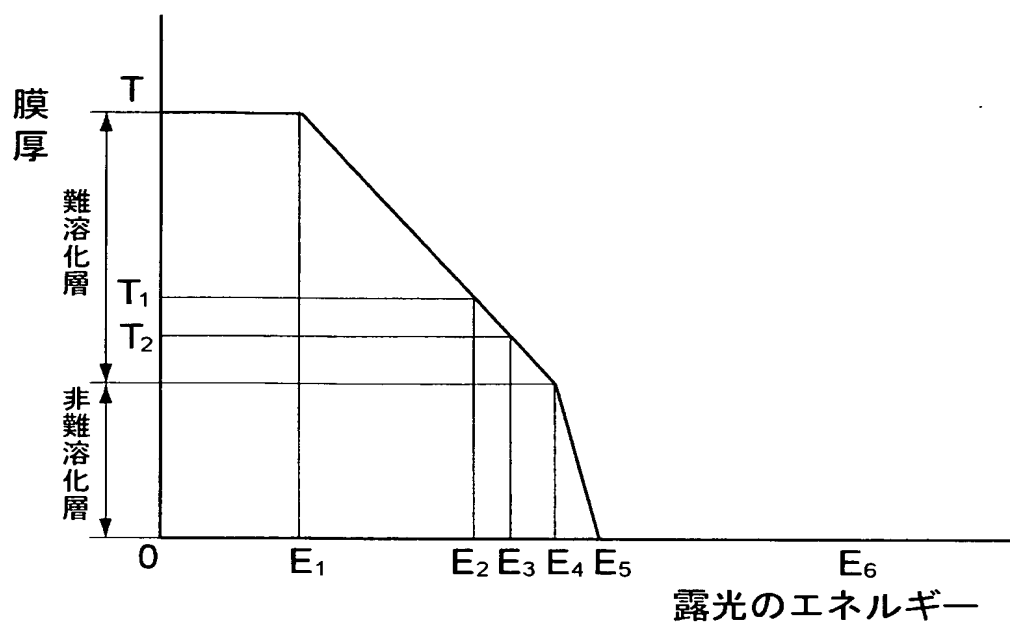
(a)



(b)



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハーフ露光された部分の残膜の均一性を向上させ、形成される電極間の距離を均一にすることができる基板処理方法及び基板処理装置を提供すること。

【解決手段】 レジスト膜（R 1、R 2）の厚さ（深さ）方向で現像液に対するレジストの溶解特性に分布をつけることで、レジスト膜厚方向に現像液に溶解しやすい層と溶解しにくい層のコントラストを形成することができる。親和性材料 49 は現像液 50 に対して親和性を有するため、親和性材料を含む混合レジスト層 R 1 での現像が促進される。親和性材料を含まないレジスト層 R 2 では、混合レジスト層 R 1 に比べて現像が抑制される。露光される深さが L 1、L 2、L 3 のように異なる場合であっても、実際には混合レジスト層 R 1 の領域のみが現像されることとなる。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 7 0 7 8 9
受付番号	5 0 2 0 1 9 4 0 5 3 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年12月20日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 7 0 7 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社